

⑤

Int. Cl. 2:

G 01 N 1-00X

⑨ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

B 65 G 49-00

G 05 B 19-02

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 25 01 054 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 25 01 054

⑫

Aktenzeichen: P 25 01 054.2-52

⑬

Anmeldetag: 13. 1. 75

⑭

Offenlegungstag: 21. 8. 75

⑮

Unionspriorität:

⑯ ⑰ ⑱

15. 2. 74 Schweiz 2119-74

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren zur automatisierten Durchführung von chemischen oder physikalischen Analysen sowie Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

⑦①

Anmelder:

Mettler Instrumente AG, Greifensee (Schweiz)

⑦④

Vertreter:

Wedde, A., Dipl.-Ing.; Empl, K., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦②

Erfinder:

Werder, Roger D., Dr.sc.nat., Möhlin; Meier, Linus, Dipl.-Ing., Effretikon; Lang, Karl, Uerikon (Schweiz)

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

DT 25 01 054 A1

Patentanwälte  
Dipl.-Ing. A. WEDDE  
Dipl.-Ing. K. E M P L  
8 München 80, Schumannstr. 2

2501054

Mettler Instrumente AG, Greifensee (Schweiz)

Verfahren zur automatisierten Durchführung von chemischen  
oder physikalischen Analysen sowie Einrichtung zur Durchführung  
des Verfahrens

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatisierten Durchführung von chemischen oder physikalischen Analysen, bei dem zu behandelnde Proben enthaltende Gefässe in ein System gegeben werden, in welchem sie auf einem Förderweg einer Mehrzahl von Arbeitsstationen zugeführt werden.

Weiter betrifft sie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Die Erfindung bezieht sich damit insbesondere auf den Bereich der analytischen Labors in Forschung und Industrie, aber auch

• 2.  
auf andere Bereiche, wie z.B. den der klinisch-chemischen oder der toxikologischen Untersuchungen. Ausserdem ist die Erfindung in gewissen Fällen auch auf dem Gebiete der präparativen Chemie anwendbar.

Grundsätzlich können bei der Analytik zwei Arten von Aufgabenstellungen unterschieden werden. Einmal kann es sich um in grosser Zahl vorzunehmende, im Programmablauf gleichbleibende Analysen handeln (sogenannte Serienanalysen). Dann ist es verhältnismässig einfach, auf das jeweilige Programm abgestellte, weitgehend automatisierte Analysensysteme zu konzipieren, und es ist auch schon eine Anzahl derartiger Einrichtungen bekannt geworden. Zum anderen kann es darum gehen, eine wechselnde Anzahl von unterschiedlichen Analysen mit verschiedenem Programmablauf durchzuführen, wobei es sich sowohl um einzelne Analysen als auch um Fälle handeln kann, bei denen Kleinserien gleicher Analysen durchgeführt werden sollen (z.B. fünf); beide Kategorien seien im vorliegenden Zusammenhang unter dem Begriff Einzelanalysen zusammengefasst. Hier stellt sich das Problem, ein System von Behandlungs- und Messstationen mit einem Fördersystem derart zu kombinieren, dass trotz wechselnder Arbeitsprogramme bei weitgehend oder völlig automatisiertem Programmablauf eine maximale Ausnutzung der einzelnen Stationen erreicht und eine übermässig hohe Verweilzeit der Proben im System vermieden wird. Diese Problematik wird beispielsweise deutlich an einer bekanntgewordenen Einrichtung (schweizerisches Patent 506 063), welche die Durchführung wechselnder

- 3.

Analysenprogramme in einer vorgegebenen Analysenstrasse zum Gegenstand hat. Es wird dort ein taktweise förderndes Transportsystem verwendet, welches die Probengefässe sequentiell schrittweise an im gleichen Abstand voneinander angeordneten Behandlungs- oder Messstationen vorbei- bzw. unter ihnen hindurchführt. Dabei werden je nach dem vorgegebenen Programm die einzelnen Stationen durch eine Steuereinrichtung aktiviert oder inoperativ gelassen, wenn die betreffende Probe bei ihnen angekommen ist.

Diese vorbekannte Anordnung weist vor allem drei Schwächen auf. Erstens sind alle Proben gleich lange im System, gleichgültig, ob sie nur von einer, von mehreren oder von allen Stationen behandelt bzw. untersucht werden müssen. Zweitens bleibt jede Station so lange ungenutzt, bis wieder eine Probe mit entsprechendem, diese Station einbeziehendem Programm sequentiell herangeführt wurde. Drittens werden infolge der starren Sequenz des Probenverkehrs sehr viel mehr Arbeitsstationen benötigt, als dies beim klassischen manuellen Betrieb der Fall ist: Da bei verschiedenen Analysenprogrammen oft die Reihenfolge des Anlaufens der einzelnen Stationen verschieden ist, häufig auch gleiche Stationen mehrfach angelaufen werden müssen, ist zwangsläufig eine von der Anzahl und Verschiedenheit der Programme abhängige grosse Anzahl teilweise unter sich gleicher Stationen in sorgsam berechneter Reihenfolge der Anordnung vorzusehen. Dies führt trotz begrenzter Flexibilität zu einer sehr bald unwirtschaftlich grossen Ausdehnung der Anlage.

- 4.

Die vorliegende Erfindung befasst sich primär ebenfalls mit der Kategorie der Einzelanalysen. Sie geht ebenfalls aus von der Tatsache, dass sich praktisch die ganze Analytik auf eine relativ kleine Anzahl von Grundoperationen zurückführen lässt, sich demzufolge in Anlagen mit relativ wenigen Typen von Grundgeräten praktisch alle üblichen Analysenprogramme durchführen lassen. Dabei sieht sie ihre Hauptaufgabe darin, die erwähnten Nachteile der bekannten Einrichtung zu beseitigen. Sie schlägt dazu vor, dass bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art die Probengefässe der jeweils gemäss ihrem individuellen Arbeitsprogramm ausgewählten nächsten Arbeitsstation direkt zugeführt werden, wobei sie nach Erreichen dieser Arbeitsstation mittels einer Umladeeinrichtung vom Förderweg entfernt und nach Beendigung der entsprechenden Operation dem Förderweg wieder zugeführt werden. Zur Durchführung des Verfahrens schlägt die Erfindung eine Einrichtung vor mit einem Fördersystem zum direkten Transport der Probengefässe zu jeder beliebig gewählten Arbeitsstation, und mit Umladeeinrichtungen für den Transfer der Probengefässe zwischen dem Förderweg und den Arbeitsstationen, denen Raum zur Aufnahme jeweils wenigstens eines Probengefässes ausserhalb des Förderweges zugeordnet ist.

Erfindungsgemäss wird eine individuelle Förderung der Proben zu jeweils freien Arbeitsstationen ermöglicht, unabhängig davon, ob am Wege liegende Stationen frei oder besetzt sind, woraus eine bessere Ausnutzung der Stationen und eine Beschleunigung des Programmablaufs resultiert. Ferner ist es möglich, dass jede beliebige Probe dieselbe Station mehrere Male im Verlauf

der Untersuchung anläuft, und es resultiert daraus, dass ein voll funktionsfähiges System mit nur einer Station je Typ bzw. Art realisiert werden kann. In der Praxis kann es sich natürlich als zweckmässig erweisen, von gewissen Geräten (Stationen) je nach der erwarteten Häufigkeit der entsprechenden Operationen (und ihrer Dauer relativ zur Dauer anderer Operationen) zwei oder mehr Exemplare einer Art vorzusehen. Im Falle eines im Rahmen dieser Erfindung bevorzugten modularen Aufbaus des Systems wäre dies sogar nachträglich ohne nennenswerte Schwierigkeiten möglich.

Es ist möglich, jede Station mit einer gewissen Anzahl von Plätzen (Arbeits- und Speicherplätze) ausserhalb des Hauptförderweges zu versehen, so dass dieser frei bleibt und die Stationen praktisch stets ausgelastet sind. Diese Variante bedingt jedoch für jede Station einen verhältnismässig grossen Aufwand. Weiterhin wäre es denkbar, ein System zu verwenden, bei welchem die Probengefässe sich auf einem in beiden Richtungen bewegbaren geraden Förderband befinden, welches jeweils anhält, wenn eine gewählte Zuordnung Station/Probengefäss erreicht wurde. Diese Ausführung würde, bezogen auf die Anzahl Stationen, ein sehr langes Förderband bedingen. Bevorzugt wird eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher dem Fördersystem ein Zwischenspeicher mit direkter Zugriffsmöglichkeit zu jedem gespeicherten Probengefäss derart zugeordnet ist, dass der Förderweg von wartenden Probengefässen entlastbar ist. Dabei kann das Fördersystem zweckmässigerweise Geleise und wenigstens einen auf diesen verfahrbaren Transportwagen umfassen,

- 6.

wobei der Transportwagen über einen Drehgreifer zum simultanen Beschicken und Entladen verfügt. Mit dieser Ausbildung der Erfindung kann eine besonders grosse Flexibilität erreicht werden.

Die Ausführungsform mit Zwischenspeicher ist besonders geeignet für grössere Systeme, d.h. solche mit einer grösseren Anzahl von Stationen. Handelt es sich hingegen um Systeme mit wenigen Stationen (z.B. zwei bis vier), so kann eine andere Variante besonders vorteilhaft sein, bei der das Fördersystem einen geschlossenen Förderweg umfasst, welcher zur Aufnahme von Probengefässen geeignete, mit einem umlaufenden Fördermittel verbundene Träger aufweist und bei der jeder einzelnen Arbeitsstation eine Umladeeinrichtung zur Uebernahme von Probengefässen vom bzw. zum Förderweg zugeordnet ist. Diese Variante bietet die Möglichkeit, auf einen separaten Zwischenspeicher sowie auf einen eventuellen speziellen Eingangsspeicher zu verzichten, da der Förderweg selbst einen - ständig mit den Stationen kommunizierenden - Speicher darstellt. Die Kapazität des Systems ist dann praktisch durch die Anzahl Plätze auf dem Fördermittel bestimmt. Durch die gleichzeitige Bewegung aller auf diesem befindlichen Proben ist auch bei mässiger Geschwindigkeit eine angemessene Transportleistung erzielbar; ferner hat die Anordnung mit geschlossener Schlaufe nur einen relativ geringen Platzbedarf.

Bei beiden erwähnten Varianten wird der erfindungsgemässe Vorteil deutlich, dass Proben Wartezeiten ohne Behinderung des

- 7 -

Transportes anderer Proben absolvieren können. Diese Wartezeiten können zufälliger Natur sein (nächste Zielstation gerade besetzt) oder aber verfahrensbedingt (Reaktionszeit muss abgewartet werden etc.).

Im Hinblick auf eine Erhöhung der Flexibilität der Anlage (Anpassung an zeitlich wechselnde Aufgaben, Erweiterungsmöglichkeiten, kurzfristige oder längere Verwendung einzelner Geräte (Stationen) auch für sich allein) ist es zweckmässig, wenn die einzelnen Arbeitsstationen ein beliebig kombinierbares Baukastensystem bilden, wobei jede Station durch ein mit ihr fest verbundenes Teilstück des Förderweges zu diesem beiträgt.

Zur besseren Erfüllung der oben erwähnten Forderung nach kurzer Verweilzeit der Probengefässe im System ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der Einrichtung ein Eingangsspeicher zur Aufnahme zu behandelnder Probengefässe zugeordnet ist, wobei der Eingangsspeicher einen Drehteller mit Führungsspirale umfasst, welche die Probengefässe in zwangsläufiger Reihenfolge führt. Die Beschickung des Eingangsspeichers (sowie die Entleerung eines eventuellen Ausgangsspeichers) kann dabei, je nach den Gegebenheiten des speziellen Falles, manuell oder mit weiteren mechanischen Hilfsmitteln geschehen. Im Falle der manuellen Beschickung des Eingangsspeichers resultiert gleichzeitig eine Vergrösserung der Speicherkapazität des Systems, d.h. dieses kann nach erfolgter Beschickung des Eingangsspeichers längere Zeit ohne menschliches



- 8.

Zutun arbeiten. Bei mechanisierter Beschickung bildet der Eingangsspeicher eine Art Pufferspeicher zwischen der Beschickung und dem zu den Arbeitsstationen führenden Fördersystem.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung umfasst ferner einen Identifizierungsplatz, von welchem aus Kenndaten der der Einrichtung zugeführten Proben sowie der entsprechenden Arbeitsprogramme einer das Fördersystem und die Arbeitsstationen steuernden Computersteuerung zuführbar sind. Diese Ausführungsform garantiert eine eindeutige Zuordnung jedes Probengefäßes zu dem entsprechenden Arbeitsprogramm bei Ausnützung der sich mit modernen Computern ergebenden

Möglichkeiten hinsichtlich Steuerung und Ueberwachung eines bezüglich Kapazitätsausnutzung und Verweildauer der Probengefäße im System optimalen Analysenablaufs.

Eine andere Möglichkeit der Steuerung besteht darin, den Probengefäßen in codierter Form alle notwendigen Angaben körperlich zuzuordnen, und diese Angaben bei jeder Station mittels eines Lesekopfes auf ihre Relevanz für die betreffende Station zu überprüfen, wobei die codierte Information gegebenenfalls in Signale umgewandelt wird, die die Uebernahme des Probengefäßes durch diese Station sowie die Einstellung der Stationsparameter (Behandlungsdaten) veranlassen.

Häufig enthalten die Arbeitsprogramme Behandlungs- oder Messschritte, deren Ausführung innerhalb des Systems Schwierigkeiten

-9.  
begegnet. Diese Schwierigkeiten können technisch (z.B. Grösse der notwendigen Geräte oder Dauer der betreffenden Operationen nicht kompatibel mit dem System) oder ökonomisch (Seltenheit der Operation im Programm, Kosten der Geräte) bedingt sein.

Um dennoch auch solche Programme jedenfalls grösstenteils im automatisierten System gemäss der Erfindung durchführen zu können, sieht eine Variante des Verfahrens vor, dass einzelne Probengefässe zur Vornahme von ausserhalb des Analysiersystems erfolgenden Zwischenoperationen vom Förderweg entfernt und nach Beendigung der Zwischenoperation zur weiteren Absolvierung ihres Arbeitsprogramms dem Förderweg wieder zugeführt werden. Dementsprechend ist eine vorteilhafte Ausbildung der erfindungsgemässen Einrichtung dadurch gekennzeichnet, dass ein mit dem Förderweg verbundener Pufferspeicher zur einstweiligen Aufnahme von Probengefässen, die zwecks Vornahme externer Zwischenoperationen vorübergehend das System verlassen, vorgesehen ist.

Zwei Ausführungsbeispiele werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Für die Beispiele wurden Systeme zur Vornahme von Einzelanalysen von Flüssigkeitsproben gewählt, welche je zwei Arbeitsstationen enthalten. Dazu ist vorweg zu bemerken, dass im Interesse einer übersichtlichen Zeichnung zwar nur je zwei Stationen gezeigt und erläutert werden. Die Vorteile der Erfindung kommen jedoch insbesondere beim System gemäss dem ersten Beispiel erst bei mehr als drei Stationen richtig zum Tragen, wobei die günstigsten Verhältnisse ab etwa sechs Stationen vorliegen dürften (die jeweils optimale Anzahl

10.  
von Stationen hängt bei jeder Systemvariante sehr stark von der Art der Stationen sowie der Analysenprogramme ab und kann daher nicht generell verbindlich angegeben werden).

In der Zeichnung stellen dar

Figur 1 eine Draufsicht des ersten Beispiels in schematisierter Darstellung,

Figur 2 ein Blockschema der Steuerung des ersten Beispiels, und

Figur 3 eine vereinfachte Draufsicht des zweiten Beispiels.

Das Beispiel I umfasst zwei Analysenbausteine: einen Verdünnungsautomaten 1 und einen Titrierautomaten 2. Eine Mehrzahl von Gefässen zur Aufnahme von Flüssigkeitsproben ist jeweils mit 3 bezeichnet. Ein Fördersystem 5 umfasst einen geraden Förderweg 4 aus Gleisstücken 4', jeweils bestehend aus zwei Schienen, ferner einen Transportwagen (Laufkatze) 8 mit einem Drehgreifer 9. Dabei ist jedem Element (1,2,6,10,11) des Systems ein Gleisstück 4' fest zugeordnet; die einzelnen Gleisstücke sind so bemessen, dass die Elemente bequem nebeneinander angeordnet werden können. Die Anordnung aller Elemente auf einer Seite des Förderweges 4 kann hinsichtlich Kontrolle und Instandhaltung der einzelnen Elemente des Systems von Vorteil sein und vereinfacht den Aufbau der Laufkatze 8; grundsätzlich ist aber, bei entsprechender Anpassung der Transporteinrichtung, eine Anordnung beidseits des Förderweges 4 (alternierend oder unregelmässig springend) gleichermassen möglich. Die einzelnen Gleisstücke 4' sind auf konventionelle Weise (z.B. durch Verschrauben) miteinander verbunden.

• 11.

Ein Zwischenspeicher 6 umfasst einen Drehteller mit peripher angeordneten Aufnahmeplätzen für acht Probengefäße 3. Er ist in beiden Richtungen mittels eines konventionellen Antriebs drehbar, so dass jeder Speicherplatz auf kürzestem Wege in die Uebergabestelle zum Förderweg 4 gebracht werden kann.

Am Anfang des Förderweges 4 ist ein Eingangsspeicher 10 angeordnet. Er weist ebenfalls einen Drehteller (10a) auf, der sich jedoch nur im Uhrzeigersinn dreht. Dabei sorgt eine feststehende Spirale 12 für den sequentiellen Transport der Gefäße 3 in Richtung der Aufgabe- bzw. Uebernahmestelle zum Förderweg 4 (Winkelpfeil).

Nahe dem Ende des Förderweges 4 ist ein Ausgangsspeicher 11 vorgesehen, der dem Eingangsspeicher 10 gleicht, bei welchem jedoch der Drehteller 11a im Gegenuhrzeigersinn drehbar ist.

Ein Ausgangsspeicher ist im übrigen dann entbehrlich, wenn beim jeweils letzten Arbeitsbaustein des Systems, d.h. bei demjenigen, bei dem der letzte Schritt des Programms vorgenommen wird, ein Verwerfen des Probengefäßes nach beendeter Operation vorgesehen ist.

Am Ende des Förderweges 4 ist ein Pufferspeicher 38 vorgesehen, der zur Aufnahme von Probengefäßen dient, die zwischen zwei Abschnitten des Analysenprogramms zur Vornahme externer Operationen aus dem System herausgenommen werden sollen.

Den Transport der Gefäße 3 zwischen den einzelnen Speichern und Bausteinen übernimmt die Laufkatze 8, die auf den Schienen

- 12.

der Gleisstücke 4' über den ganzen Förderweg 4 verfahrbar ist. Ihr Drehgreifer 9, dessen Gestalt den Dimensionen der Gefässe 3 angepasst ist, ist um eine senkrechte Achse durch den Mittelpunkt antreibbar und vermag durch die symmetrische Gestalt seiner Arme gleichzeitig ein Gefäss 3 beispielsweise vom Baustein 1 zu entfernen und ein anderes auf diesen zu plazieren.

In Figur 2 ist der funktionale Zusammenhang zwischen den einzelnen Komponenten der Steuerung dargestellt. Eine Hauptsteuerung 20 des Systems umfasst einen Computer, dessen Programmierung auf die möglichen Aufgaben und auf die Elemente des gesamten Systems abgestellt ist. Mit der Hauptsteuerung funktionell verbunden sind die Steuerungen 24, 26 der Stationen (Bausteine) 1 und 2 sowie die Transportsteuerung 23. Die Steuerungen 23, 24 und 26 umfassen entsprechend programmierte Mikrocomputer, die über geeignete Zwischenglieder (Interfaces) mit der Hauptsteuerung kommunizieren. Ferner sind der Hauptsteuerung 20 ein Identifizierungsplatz 22 und eine Resultatausgabe 36 zugeordnet. Der Identifizierungsplatz 22 ist dem Eingangsspeicher 10 benachbart angeordnet und umfasst einen Lesekopf 14 mit einem Reflexionsleser. Die Resultatausgabe kann z.B. einen Lochstreifenstanzer oder einen Zeilen- oder anderen Drucker zur Speicherung der Resultate aufweisen.

Die Transportsteuerung 23 steht in Verbindung mit der Laufkatzensteuerung 28, der Steuerung 30 des Zwischenspeichers 6 und dem Eingangs- sowie dem Ausgangsspeicher (10, 11).

## - 13.

Der Betrieb dieser Einrichtung ist wie folgt vorgesehen: Die zu untersuchende Probe wird in ein Gefäss 3 gegeben (beispielsweise auf einem hier nicht dargestellten Wägeplatz eingewogen). Dieses erhält eine Folie aufgeklebt, die in codierter Form die Gefässnummer enthält. Dann wird das Probengefäss manuell auf den Identifizierungsplatz 22 gestellt. Hier wird vom Lesekopf 14 die codierte Gefässnummer abgefragt und dem Computer der Hauptsteuerung 20 übermittelt. Parallel dazu werden auf einer am Identifizierungsplatz 22 vorgesehenen Tastatur bekannter Art (nicht dargestellt) die übrigen Informationen (Analyseprogramm, umfassend Art und Reihenfolge der anzulaufenden Stationen, Kenngrössen für jede Operation und die Behandlung der Resultate, und weitere Daten, z.B. Auftraggeber der Analyse, Chargennummer u.a.) eingegeben und dem Computer übermittelt. Im Computer werden sämtliche Daten einander zugeordnet. (Alternativ könnte die gesamte Information codiert auf der Folie enthalten sein und durch den Lesekopf 14 abgefragt werden. Dies würde jedoch merklich grössere Anforderungen an den Lesekopf stellen.)

Anschliessend wird das Probengefäss - manuell oder mechanisch, in Fig. 1 durch einen Pfeil angedeutet -, von aussen nach innen der Spirale 12 folgend, auf den Eingangsspeicher 10 gesetzt. Dessen Drehteller dreht sich ständig und sorgt damit dafür, dass in der gezeichneten Stellung stets ein Gefäss 3 bereit steht zur Uebernahme auf den Förderweg 4, wobei ein entsprechender Anschlag (nicht dargestellt) an der Uebergabestelle für eine

- 14.

definierte Position des Gefässes 3 sorgt. Die Spirale 12 gewährleistet dabei, dass die einzelnen Gefässe in zwangsläufiger Reihenfolge an die Uebergabestelle (Winkelpfeil) kommen.

Das Probengefäss 3 ist nun körperlich und steuerungsmässig im System aufgenommen, und die Hauptsteuerung 20 steuert und überwacht alle weiteren Vorgänge. Sie entnimmt den übermittelten Daten das für diese Probe vorgesehene Analysenprogramm (Anzahl, Art und Reihenfolge der anzulaufenden Stationen, Kenngrössen für die Ausführung der verschiedenen Operationen und Angaben über die Resultatauswertung) und speichert diese Daten sowie die Gefässnummer. Sie prüft sodann, ob die erste anzulaufende Station frei ist. Ist dies der Fall, so erhält die Transportsteuerung 23 den entsprechenden Transportbefehl, der von dieser an die Laufkatzensteuerung 28 weitergegeben wird. Diese veranlasst die Laufkatze 8, zum Eingangsspeicher 10 zu fahren und das Probengefäss 3 zu übernehmen. Bei der Uebernahme wird mittels eines Lesekopfes 14' auf der Laufkatze die Identität des Probengefässes 3 überprüft und ein Rücksignal (Meldung) an die Transportsteuerung 23 gegeben. Sodann wird der Zielbaustein angefahren. Dort wird - gleichzeitig - ein etwa vorhandenes Gefäss 3 mit fertig behandelter Probe mittels des Drehgreifers 9 auf die Laufkatze 8 geladen und das neue Gefäss auf den Baustein geschoben. Dieser Vorgang bzw. dessen Abschluss wird über die Transportsteuerung 23 der Hauptsteuerung 20 gemeldet, welche sodann der Stationssteuerung (24 oder 26) die der entsprechenden Probe zugehörigen Kenndaten sowie den Befehl zum Starten der Operation übermittelt.

- 15 -

Ist die Operation beendet, so wird dies - gegebenenfalls im Anschluss an die Resultatübermittlung - von der Stationssteuerung (24 bzw. 26) der Hauptsteuerung 20 gemeldet. Diese ordnet etwaige Resultate vor deren Auswertung der Probengefässnummer zu und erteilt der Transportsteuerung 23 den Befehl zum Abholen der Probe und zu deren Weitertransport an den nächsten im Programm vorgesehenen Baustein.

Diese Vorgänge wiederholen sich, bis das Programm beendet ist und das Probengefäss zum Ausgangsspeicher 11 gebracht wird. Mit vollzogener Uebergabe an diesen und nach entsprechender Meldung über die Transportsteuerung an die Hauptsteuerung ist die Probe aus dem System entlassen und wird in der Kontrolle der Hauptsteuerung gelöscht.

Ist bei Abschluss einer Bearbeitungsoperation der programm-gemäss folgende Baustein besetzt oder muss eine Wartezeit eingeschaltet werden (z.B. Abwarten einer Reaktion), so gibt die Hauptsteuerung 20 über die Transportsteuerung 23 der Steuerung 30 des Zwischenspeichers 6 den Befehl, einen un-besetzten Speicherplatz in die Uebergabeposition zum Förderweg 4 zu bringen, wobei jeweils der kürzeste Weg gewählt wird. Gleichzeitig erhält die Laufkatze 8 den Auftrag, an die Uebergabestelle zum Zwischenspeicher 6 zu fahren, wo sie das betreffende Probengefäss auf den freien Speicherplatz stellt. Der damit neu besetzte Speicherplatz wird in der Hauptsteuerung nach entsprechender Meldung der betreffenden Probengefässnummer zugeordnet.



- 16.

Die Hauptsteuerung 20 überwacht dauernd, ob für die im Zwischenspeicher 6 abgestellten Proben die jeweils als nächste anzulaufende Station frei wird. Sobald dies der Fall ist und/oder die oben erwähnte Wartezeit abgelaufen ist, gibt die Hauptsteuerung über die Transportsteuerung der Laufkatze den Auftrag, den Zwischenspeicher anzulaufen, und dem Zwischenspeicher den Befehl, die betreffende Probe an den Uebergabepplatz zu stellen. Hier erfolgt dann die Uebernahme durch die Laufkatze, und nach Erhalt des Transportbefehls bringt die Laufkatze die Probe zur freigewordenen Station und tauscht sie dort gegen die vorher behandelte Probe aus.

An den Uebergabestellen des Eingangsspeichers 10 und des Ausgangsspeichers 11 sind - in der Zeichnung nicht dargestellt - Lichtschranken angeordnet, die über die Transportsteuerung 23 der Hauptsteuerung 20 signalisieren, ob die betreffende Uebergabestelle frei oder besetzt ist. Damit wird gewährleistet, dass in das System eintretende Proben so rasch wie möglich vom Eingangsspeicher 10 abgeholt werden, und dass die Laufkatze 8 mit einem fertig behandelten Probengefäß nur dann zum Ausgangsspeicher 11 fährt, wenn die dortige Uebergabestelle frei ist. Sollte, z.B. mangels Entfernung der fertigen Proben aus dem Ausgangsspeicher 11, dessen Uebergabestelle blockiert sein, so kann die dortige Lichtschranke nach einer gewissen Verzögerung z.B. ein akustisches Signal auslösen.

Soll in irgendeinem Stadium des Programms eine extern vorzunehmende Zwischenoperation eingeschaltet werden, so wird das

- 17.  
betreffende Probengefäß 3 zu einem Pufferspeicher 38 gebracht. In diesem Fall wird die entsprechende Information im Speicher der Computersteuerung 20 noch nicht gelöscht, da das Programm noch nicht beendet ist. Eine Bedienungsperson kann das Probengefäß dem Pufferspeicher 38 entnehmen und auf den Identifizierungsplatz 22 stellen. Nach erfolgter Identifizierung durch den Lesekopf 14 gibt der Computer auf einem Leuchtschirm bekannter Art (nicht gezeigt) in Klarschrift Art und Daten der externen Operation an (alternativ kann, sofern die Probengefäßnummer auch in Klarschrift vorliegt, diese von der Bedienungsperson dem Computer über die Tastatur eingegeben werden). Nach Durchführung der externen Operation wird das Probengefäß 3 von neuem über den Identifizierungsplatz 22 und den Eingangsspeicher 10 in das System eingeschleust, und der nächste Abschnitt des Analysenprogramms läuft wieder automatisch weiter.

Auf eine detaillierte Beschreibung der Einzelheiten der Steuerung wurde verzichtet, da diese nicht den Gegenstand der hier beanspruchten Erfindung bilden. Wie oben bereits erwähnt, umfasst die Steuerung im wesentlichen den Computer der Hauptsteuerung 20 sowie die kleineren Computer der Transport- und Stationssteuerung. Die Programme sämtlicher Computer richten sich im wesentlichen nach dem jeweiligen System (Anzahl und Art der Bausteine 1, 2, ...) sowie der Art der vorzunehmenden Operationen. Im Rahmen dieser Gegebenheiten sind dann die jeweils zweck-

- 18.  
mässigen Prioritäten (Reihenfolge der einzelnen Schritte = Programmablauf) in das Programm aufzunehmen.

Im vorliegenden Beispiel wird die laufende Kontrolle und Ueberwachung aller im System befindlichen Probengefässe durch den Computer der Hauptsteuerung 20 vorgenommen. Zusätzlich führt der Lesekopf 14' auf der Laufkatze 8 Zwischenkontrollen der Gefässnummern aus. Diese bewirken eine Funktionsfehler-sicherheit insofern, als die Kontrollmeldungen des Lesekopfes 14' mit der jeweiligen Soll-Gefässnummer verglichen werden und somit eine Möglichkeit darstellen, etwaige Störungen im System frühzeitig zu erkennen.

Das Beispiel II (Figur 3) umfasst ein System 40 mit einem konventionell angetriebenen endlosen Kettenförderband 41, das in einer horizontalen Ebene umläuft. Die Oberfläche des Förderbandes 41 wird gebildet durch nebeneinander angeordnete, jeweils mit einem Kettenglied verbundene Mitnehmerplatten 42, deren jede Platz für ein Probengefäss 3 aufweist.

Die an der Aussenseite des Förderbandes 41 angeordneten Elemente des Systems 40 umfassen im wesentlichen

- die zwei Stationen (Verdünnungsautomat 1 und Titrierautomat 2),
- einen Eingabepplatz 43 und
- einen Ausgangsspeicher 44.

Jedem der genannten Elemente ist eine Umladevorrichtung zugeordnet, wobei die beiden Stationen 1 und 2 über je einen Drehgreifer 9 der im Beispiel I erwähnten Art verfügen. Das

- 19.

Beschicken des Bandes 41 am Eingabepplatz 43 und die Uebergabe der fertig behandelten Probengefässe 3 in den Ausgangsspeicher 44 erfolgt mittels je eines einarmigen Drehgreifers 9', da an diesen Stellen kein Gefässaustausch vorkommt.

Die Arbeitsweise dieser Ausführungsform ist die folgende, wobei angenommen sei, dass die Steuereinrichtung des Systems wiederum einen Computer umfasst: Zu untersuchende Proben enthaltende Gefässe 3 werden in den Eingabepplatz 43 gestellt; dieser kann ähnlich wie der Identifizierungsplatz 22 im Beispiel I ausgebildet sein. Ein Lesekopf 14 fragt die Identifikationsnummer des Gefässes 3 ab, während die übrigen Daten über eine Tastatur eingegeben werden. Sobald der Computer sämtliche Daten übernommen hat, erteilt er der Steuerung des normalerweise kontinuierlich umlaufenden - Förderbandes 41 den Befehl, anzuhalten, sobald die nächste unbesetzte Platte 42 am Eingabepplatz 43 angekommen ist, und dem Drehgreifer 9' den Befehl, alsdann das Gefäss 3 auf diese Platte 42 zu übergeben. Anschliessend setzt sich das Band 41 wieder in Bewegung, in der es verbleibt, bis der nächste Befehl zum Anhalten erteilt wird, um entweder

- ein Probengefäss 3 vom Band 41 einem unbesetzten Baustein (1,2) zu übermitteln, oder
- an einem Baustein einen Probengefässaustausch vorzunehmen (eine behandelte Probe wird ersetzt durch eine zu behandelnde), oder

- 20.

- eine behandelte Probe von der betreffenden Station zu entfernen, oder
- ein neues Probengefäss auf das Band aufzunehmen (vom Eingabeplatz 43), oder schliesslich
- ein Probengefäss nach Abschluss aller Operationen in den Ausgangsspeicher 44 zu geben.

Dabei steht insgesamt normalerweise eine Speicherkapazität zur Verfügung, die sich zusammensetzt aus der Anzahl der Platten 42 sowie der Anzahl der Arbeitsstationen.

Aehnlich der im Beispiel I beschriebenen Arbeitsweise steuert bzw. überwacht dabei der Computer die Belegungszustände sämtlicher Plätze sowie die jeweiligen Zuordnungen Platz/Probengefäss und den Status der einzelnen Proben im entsprechenden Analysenprogramm.

Alternativ könnte auf den Eingabeplatz 43 verzichtet und das Förderband 41 an jeder beliebigen Stelle beladen werden, wobei dann zweckmässigerweise jede Station 1, 2 über einen Lesekopf 14 zur Identifizierung der Probengefässe verfügt.

Im vorliegenden Fall ist die Laufrichtung des Förderbandes 41 gleichbleibend (unidirektional). Gegebenenfalls könnte auch, unter entsprechender Anpassung der Steuerung, eine wechselnde Bewegungsrichtung vorgesehen werden. —

Die erfindungsgemässe Einrichtung erlaubt mancherlei Variationen. Es wurde bereits erwähnt, dass ausser den in den Beispielen genannten Verdünnungs- und Titrierautomaten noch vielerlei andere

- 21 -

Stationen im System enthalten sein können, beispielsweise zum Dosieren, Vermischen, Zentrifugieren u.a. Aus der Beschreibung ergibt sich weiter, dass das erfindungsgemässe Verfahren sowie die entsprechende Einrichtung zwar insbesondere für Einzelanalysen im eingangs erwähnten Sinne konzipiert ist, sich jedoch natürlich im Bedarfsfalle auch für Serienanalysen verwenden lässt. In diesem Sinne liegt eine echte Universalität vor, die bei keinem der bisher bekannt gewordenen Systeme anzutreffen ist. Ferner ist anzumerken, dass das beschriebene System nicht auf die Untersuchung flüssig vorliegender Proben beschränkt ist, sondern sich prinzipiell gleichermassen für fest, z.B. in Pulverform, vorliegende Proben oder aber für solche, bei denen im Verlauf der Untersuchung feste Rückstände eine Rolle spielen, eignet. Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist darin zu sehen, dass mit denselben Stationen mehrstufige Operationen ausführbar sind (z.B. mehrstufiges Extrahieren) und dass die angewendeten Probenvolumina innerhalb sehr weiter Grenzen variabel sind.

An konstruktiven Varianten seien nur die folgenden Beispiele angeführt: Man könnte, z.B. aus Raumgründen, den Eingangsspeicher über dem Zwischenspeicher vorsehen, wobei dann eine entsprechende Hub- bzw. Absenkeinrichtung für die Probengefässe erforderlich wäre; in diesem Falle würden letztere über den Zwischenspeicher in das System gelangen anstatt direkt wie im obigen Beispiel I. Eine weitere Variante kann darin bestehen, den Bausteinen 1,2,... nicht nur einen Platz zur Aufnahme des

- 22 -

Probengefässes zuzuordnen, sondern z.B. deren drei (Eingang-, Arbeits- und Ausgangsplatz). Dies würde bedeuten, dass jede Station gleichzeitig zwei Probengefässe aufnehmen könnte, wobei eine Probe behandelt würde und eine weitere auf die Behandlung bzw. den Abtransport wartet. Diese Variante hätte den Vorteil, dass die Kapazität der Stationen noch besser ausgenutzt werden könnte, und den Nachteil, dass der mechanische und steuerungstechnische Aufwand merklich höher würde; sie könnte dann von Interesse sein, wenn das System über viele Bausteine verfügt und die Transportzeiten relativ zu den Behandlungszeiten eine gewisse Grenze überschreiten.

Weitere Varianten, insbesondere auch Kombinationen einzelner oben erwähnter Ausführungsformen, sind möglich, ohne dass damit der Rahmen der Erfindung verlassen würde.

Durch die beschriebene Erfindung wird der Probentransport unabhängig von wartenden Probengefässen, eine maximale Auslastung der - in der Regel teuren - Stationen ist ermöglicht und die Verweildauer der Proben im System auf ein Mindestmass reduziert. Wird dabei ein Eingangsspeicher mit sequentieller Förderung verwendet, so wird zusätzlich gewährleistet, dass die Probengefässe in der Reihenfolge ihrer Eingabe vom Transportsystem übernommen werden.

Schliesslich ist zu bemerken, dass im Rahmen der Erfindung sowohl eine getaktete (schrittweise ausgeführte) als auch eine taktfreie Förderung der Probengefässe realisierbar ist. Die Wahl zwischen diesen beiden Möglichkeiten wird jeweils ausser von der konstruktiven Gestaltung der Fördermittel auch von steuerungs-

- 23.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatisierten Durchführung von chemischen oder physikalischen Analysen, bei dem zu behandelnde Proben enthaltende Gefässe in ein System gegeben werden, in welchem sie auf einem Förderweg einer Mehrzahl von Arbeitsstationen zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Probengefässe (3) der jeweils gemäss ihrem individuellen Arbeitsprogramm ausgewählten nächsten Arbeitsstation (1,2) direkt zugeführt werden, wobei sie nach Erreichen dieser Arbeitsstation mittels einer Umladeeinrichtung (9) vom Förderweg (4) entfernt und nach Beendigung der entsprechenden Operation dem Förderweg wieder zugeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Arbeitsstation (1,2) die für die ihr jeweils zuge dachte Probe massgebende Information übermittelt wird und dass dieser Information entsprechende Steuersignale eine individuelle Anpassung der Arbeitsweise der Arbeitsstation bewirken.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Probengefässe (3) zur Vornahme von ausserhalb des Analysiersystems erfolgenden Zwischenoperationen vom Förderweg (4) entfernt und nach Beendigung der Zwischenoperation zur weiteren Absolvierung ihres Arbeitsprogramms dem Förderweg wieder zugeführt werden.



-24.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ueberbrückung von Wartezeiten Probengefässe (3) vom Förderweg (4) entfernt und in einen Zwischenspeicher (6) gegeben werden, aus welchem sie nach Beendigung der Wartezeit wieder auf den Förderweg (4) übernommen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Probengefäss (3) zugeordnete, Erkennungsdaten sowie das individuelle Arbeitsprogramm umfassende Informationen bei Aufnahme der Probe in das Analysiersystem einer Computersteuerung (20) übermittelt werden, und dass die Computersteuerung den vollautomatischen Ablauf aller Arbeitsprogramme der jeweils im System befindlichen Proben steuert und überwacht.
6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Mehrzahl von Arbeitsstationen, mit einem diese bedienenden Fördersystem zum Transport von Probengefässen sowie mit Steuereinrichtungen für die Arbeitsstationen und das Fördersystem, gekennzeichnet durch ein Fördersystem (5) zum direkten Transport der Probengefässe (3) zu jeder beliebig gewählten Arbeitsstation (1,2) und durch Umladeeinrichtungen (9) für den Transfer der Probengefässe (3) zwischen dem Förderweg (4) und den Arbeitsstationen (1,2), denen Raum zur Aufnahme jeweils wenigstens eines Probengefässes (3) ausserhalb des Förderweges (4) zugeordnet ist.

- 25 -

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem Fördersystem (5) ein Zwischenspeicher (6) mit direkter Zugriffsmöglichkeit zu jedem gespeicherten Probengefäß (3) derart zugeordnet ist, dass der Förderweg (4) von wartenden Probengefäßen (3) entlastbar ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Fördersystem (5) Geleise und wenigstens einen auf diesen verfahrbaren Transportwagen (8) umfasst, wobei der Transportwagen über einen Drehgreifer (9) zum simultanen Beschicken und Entladen verfügt.
9. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Arbeitsstationen (1,2) ein beliebig kombinierbares Baukastensystem bilden, wobei jede Station durch ein mit ihr fest verbundenes Teilstück (4') des Förderweges (4) zu diesem beiträgt.
10. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ihr ein Eingangsspeicher (10) zur Aufnahme zu behandelnder Probengefäße (3) zugeordnet ist, wobei der Eingangsspeicher einen Drehteller (10a) mit fester Führungsspirale (12) aufweist, welche die Probengefäße (3) in zwangsläufiger Reihenfolge führt.
11. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Identifizierungsplatz (22) aufweist, von welchem aus Kenndaten der der Einrichtung zugeführten Proben sowie der entsprechenden Arbeitsprogramme einer das

. 26.

Fördersystem (5) und die Arbeitsstationen (1,2) steuern<sup>e</sup> den Computersteuerung (20) zuführbar sind.

12. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Fördersystem einen geschlossenen Förderweg (40) umfasst, welcher zur Aufnahme von Probengefäßen (3) geeignete, mit einem umlaufenden Fördermittel verbundene Träger (42) aufweist, und dass jeder einzelnen Arbeitsstation (1,2) eine Umladeeinrichtung (9) zur Uebernahme von Probengefäßen (3) vom bzw. zum Förderweg (40) zugeordnet ist.
13. Einrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen mit dem Förderweg (4) verbundenen Pufferspeicher (38) zur zeitweiligen Aufnahme von Probengefäßen (3), die zwecks Vornahme externer Zwischenoperationen vorübergehend das System verlassen.
14. Einrichtung nach den Ansprüchen 8 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportwagen (8) über einen Lesekopf (14') zur Kontrolle von Kenndaten des jeweils transportierten Probengefäßes (3) verfügt.

**This Page Blank (uspto)**

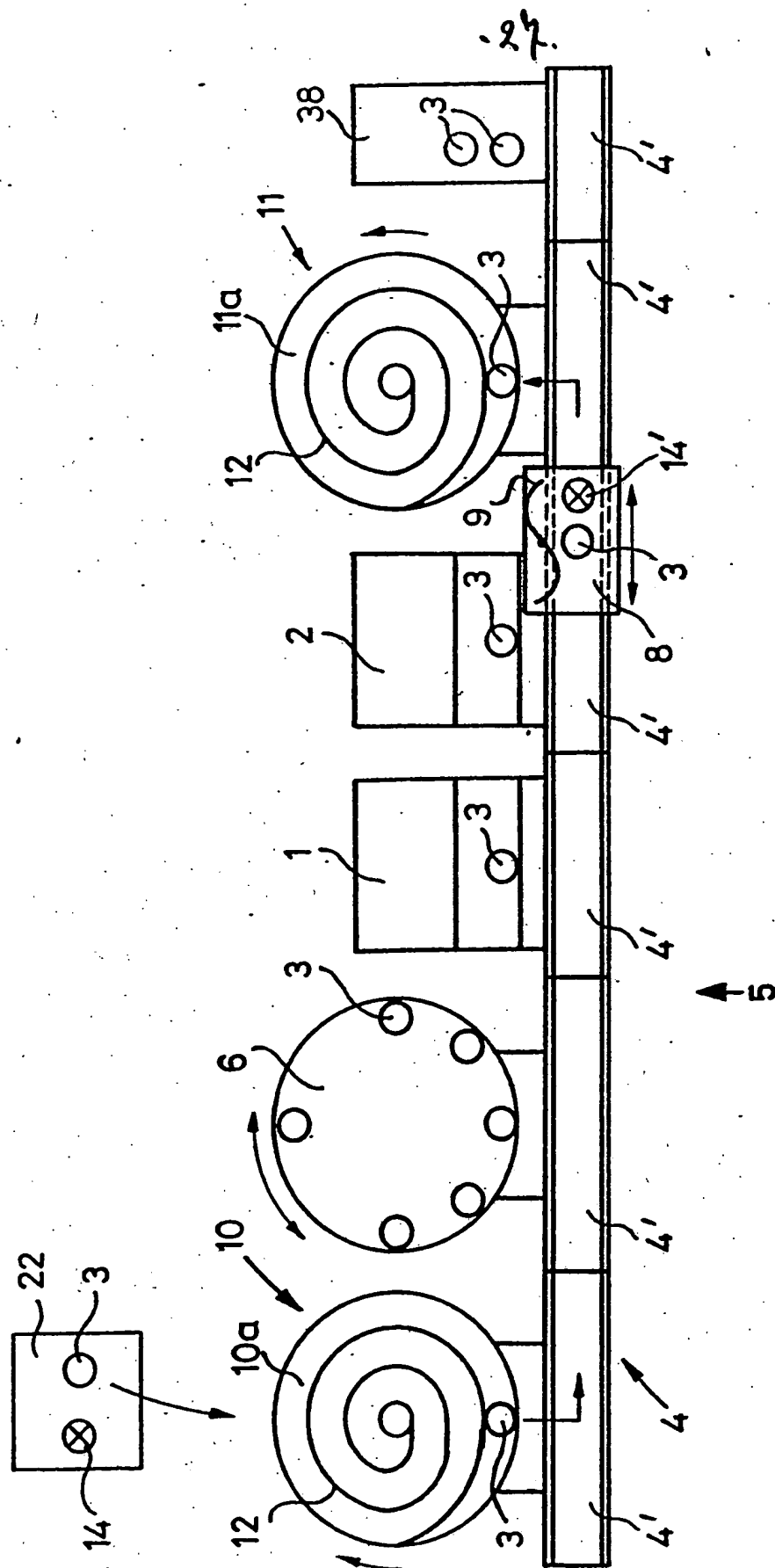


Fig. 1

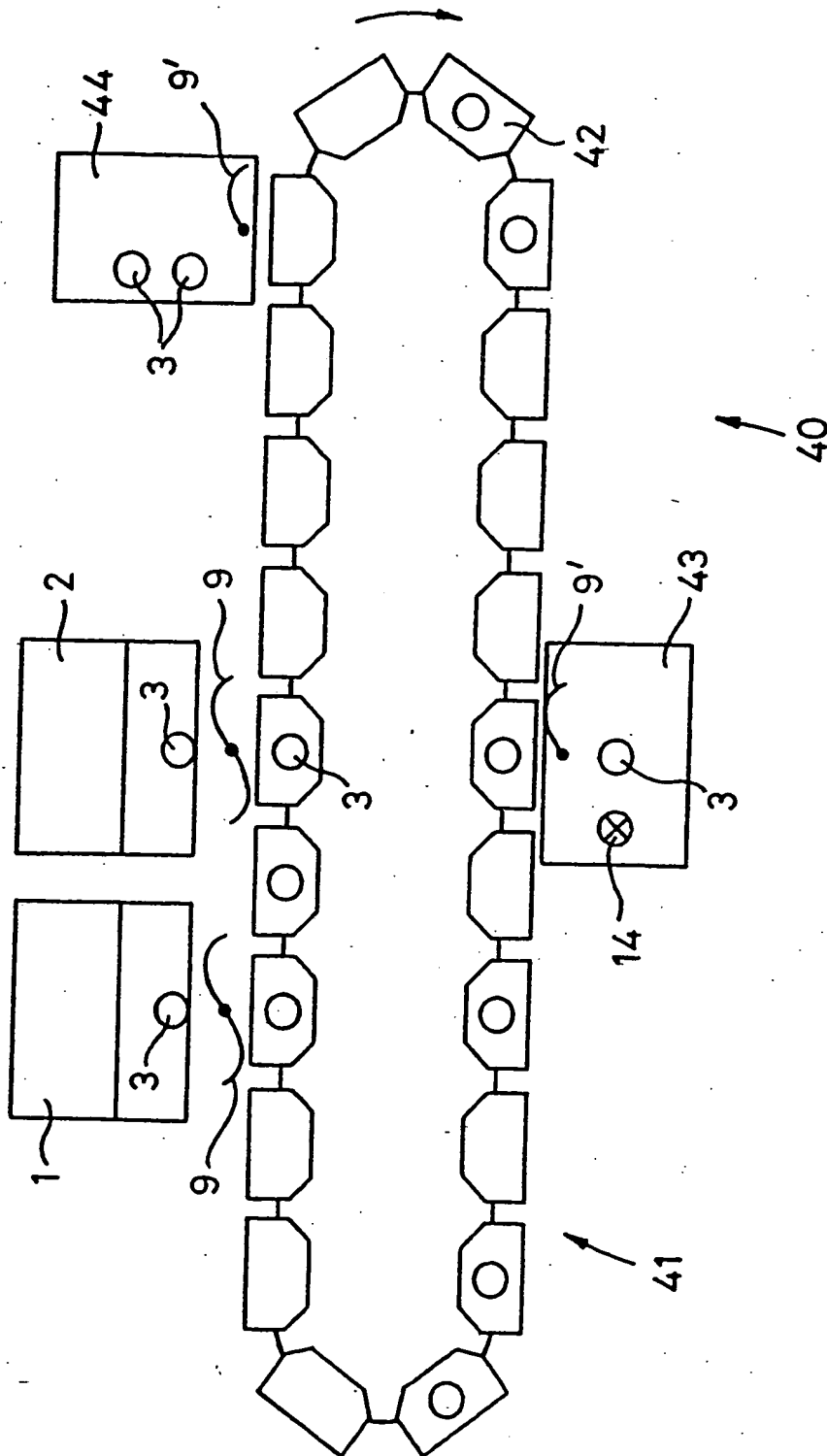


Fig. 3

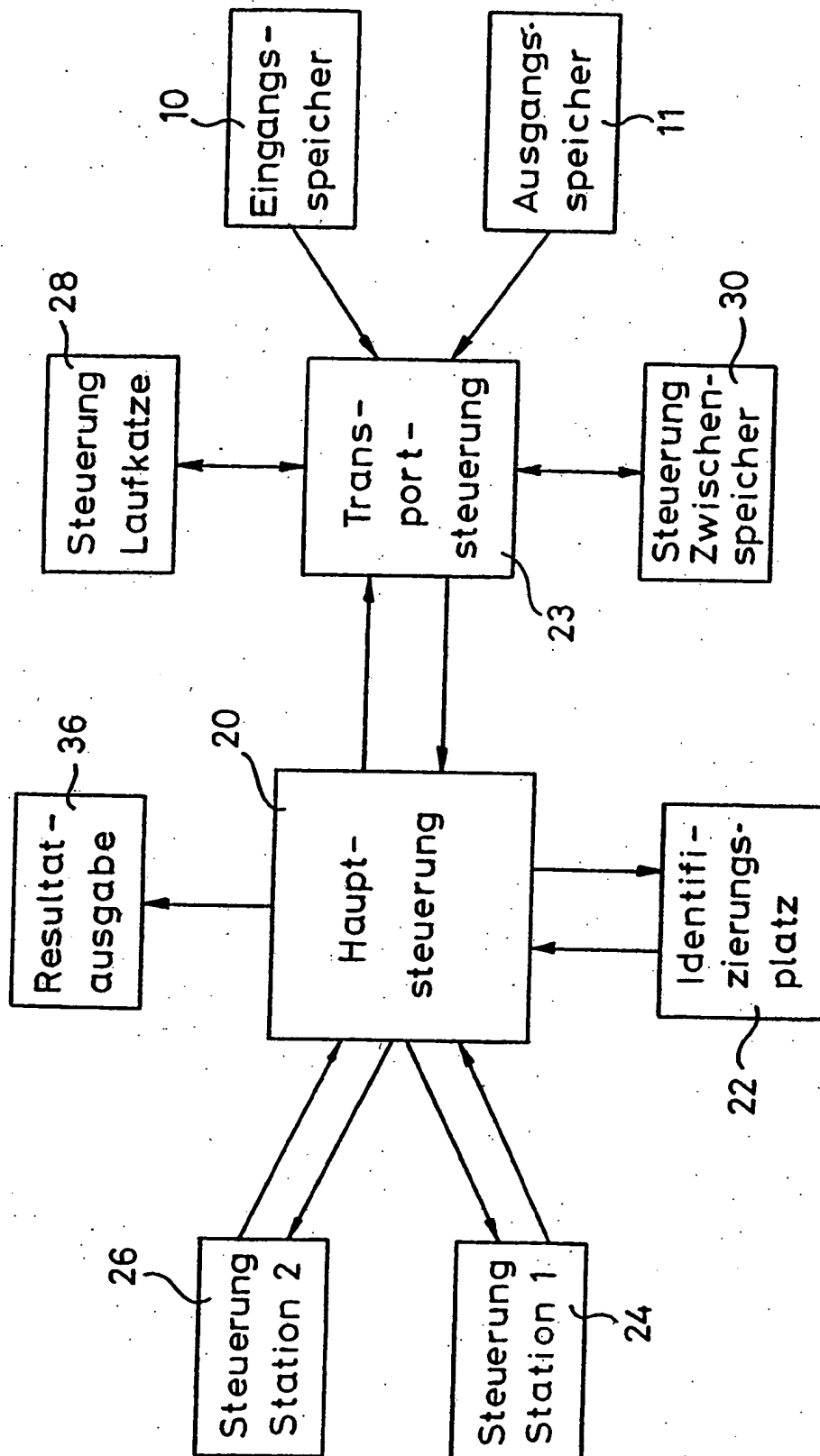


Fig. 2

G01N 1-00x AT:13.01.1975 OT:21.08.1975

**This Page Blank (uspto)**